

9

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

⑪ N° de publication :

(A n'utiliser que pour  
le classement et les  
commandes de reproduction).

2.166.526

A10

⑫ N° d'enregistrement national :

(A utiliser pour les paiements d'annuités,  
les demandes de copies officielles et toutes  
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

71.47133

## BREVET D'INVENTION

PREMIÈRE ET UNIQUE  
PUBLICATION

- ⑫ Date de dépôt ..... 28 décembre 1971, à 17 h.  
Date de la décision de délivrance..... 23 juillet 1973.  
⑭ Publication de la délivrance..... B.O.P.I. — «Listes» n. 33 du 17-8-1973.
- ⑮ Classification internationale (Int. Cl.) B 22 f 3/00//B 29 c 13/00; G 09 f 3/00.
- ⑰ Déposant : BOUDET Jean, Léon, Marius, résidant en France.
- ⑲ Titulaire : *Idem* ⑰
- ⑳ Mandataire : Cabinet Madeuf, Ingénieurs-Conseils.
- ㉑ Procédé pour la fabrication de pièces quelconques en matière également quelconque mais fusible.
- ㉒ Invention de :
- ㉓ ㉔ ㉕ Priorité conventionnelle :

La présente invention a pour objet un nouveau procédé de fabrication de pièces quelconques à partir de matières également quelconques sous réserve que ces matières puissent être fondues au moins partiellement.

5 Par sa mise en oeuvre, l'invention rend possible la fabrication de pièces de structure homogène pouvant avoir des formes extrêmement complexes sans nécessiter aucun moule et, de plus, les pièces formées peuvent être rapportées directement sur des pièces déjà existantes sans que ces dernières risquent de subir  
10 aucune déformation, ni être détériorées d'aucune manière.

Par la mise en oeuvre de l'invention, des parties de pièce peuvent être formées sur d'autres pièces en utilisant des matières premières de nature très différente. Par exemple, des pièces en verre ou en métal peuvent être formées à l'intérieur  
15 de logement de pièces en résine synthétique, et réciproquement.

Conformément à l'invention, le procédé pour la fabrication de pièces quelconques en matière également quelconque, mais fusible, est caractérisé en ce que la matière est amenée sous forme de particules fines dans un faisceau de rayonnement calorifique, focalisé dans une aire de très petite étendue, pratiquement ponctuelle, faisant fondre successivement des particules qui sont ainsi agglomérées en une masse homogène les unes aux autres sous la forme d'un volume dont l'aspect dépend de mouvements conférés au point auquel le rayonnement est focalisé.

25 Dans un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé énoncé ci-dessus, l'invention est caractérisée en ce que le dispositif comporte un élément de matrice ou support, au moins un générateur d'un rayonnement calorifique focalisé en un point, un élément distributeur de particules fines de matière amenées  
30 contre ledit élément de matrice et un ensemble de programmation pour déplacer le point auquel la source calorifique est focalisée par rapport audit élément de matrice suivant un programme préétabli.

L'invention s'étend, aussi, évidemment aux pièces ou parties  
35 de pièce obtenues conformément au procédé et au dispositif qui en font l'objet.

Diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent d'ailleurs de la description détaillée qui suit.

Des formes de réalisation de l'objet de l'invention sont

représentées, à titre d'exemples non limitatifs, au dessin annexé.

La fig. 1 est un schéma explicatif du procédé de l'invention.

La fig. 2 est un schéma d'un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention.

5 La fig. 3 est une perspective schématique illustrant une variante du dispositif pour la mise en oeuvre de l'invention.

La fig. 4 est une perspective schématique illustrant comment l'invention peut être mise en oeuvre dans une application particulière.

10 La fig. 5 est une coupe d'une pièce dont une partie a été réalisée conformément à l'invention.

[ Selon le procédé de l'invention, pour fabriquer tout ou partie d'une pièce, on utilise un élément de matrice 1 qui peut être constitué par un simple support de forme quelconque  
15 dépendant le plus souvent de celle de la pièce à réaliser bien que cela ne soit pas toutefois nécessaire. L'élément de matrice peut être un simple fil comme cela est décrit ci-après en référence à la fig. 3.

On amène sur la matrice 1 des particules 2 de la matière  
20 devant constituer la pièce à fabriquer, ces particules étant toujours très petites mais pouvant être en une matière quelconque sous réserve que celle-ci soit fusible. On peut ainsi utiliser des métaux et alliages divers, des résines thermoplastiques, du verre, etc.

25 La façon dont les particules 2 sont amenées à la matrice peut être réalisée de nombreuses manières différentes. Ces particules peuvent être déposées par gravité. Elles peuvent être attirées magnétiquement ou par un champ électrostatique ou encore projetées par une buse disposée dans le voisinage de la matrice et dirigées vers celle-ci, ou encore en maintenant les-  
30 dites particules 2 dans un état fluidisé, c'est-à-dire en suspension dans une enceinte close qui peut, le cas échéant, contenir des gaz de traitement ou de protection, notamment des gaz empêchant l'oxydation au moment de la fusion desdites particules 2.

35 Pour produire la fusion des particules 2, on utilise au moins un faisceau de rayonnement calorifique 3 qui est focalisé de façon que les rayons convergent en un point 4 coïncidant approximativement avec la partie médiane des particules au point où elles doivent être fondues. Un tel faisceau de rayonnement ca-

lorifique peut être obtenu en lumière cohérente par un appareil laser, par un faisceau d'électrons, ou encore par un faisceau de plasma.

Soit le faisceau de rayonnement 3, soit la matrice 1 est  
5 animé d'un mouvement continu, le mouvement du faisceau 3 ou de la matrice 1 étant défini en fonction de la forme à conférer à la pièce 5 à fabriquer. Si cette pièce doit présenter la forme d'une couche de revêtement, par exemple plane, alors le mouvement est celui d'un balayage alterné faisant que le point foca-  
10 lisé 4 du faisceau passe par chaque point de la surface de la couche à réaliser, de sorte que les particules frappées par le rayonnement sont fondues pendant ledit balayage tout au long du trajet parcouru par ledit point 4 et, par conséquent, lesdites particules successivement fondues adhèrent les unes aux autres  
15 en constituant la couche continue.

Il est important au regard de l'invention que la fusion des particules successives soit produite rapidement afin que les particules successivement fondues soient reliées intimement entre elles pour former une masse homogène. A cette fin, il est quel-  
20 quefois avantageux d'utiliser plusieurs faisceaux de rayonnement, comme le montre la fig. 1 à laquelle apparaît un second faisceau, désigné par la référence 3a.

Lorsque plusieurs faisceaux sont utilisés, ceux-ci doivent normalement converger en un même point, 4, ce point étant, dans  
25 la pratique, constitué par une zone de faible étendue dont la surface peut d'ailleurs être différente selon la nature de la matière des particules à traiter.

Pour mieux comprendre encore l'invention, on décrit ci-après différents moyens pour la mettre en oeuvre.

30 A la fig. 2, le dispositif représenté comporte une enceinte 6, complètement fermée, dont le fond peut être constitué de façon amovible pour servir, le cas échéant, de matrice comme cela est représenté. Des générateurs 7, 7a des faisceaux de rayonnement 3, 3a sont disposés dans certaines des parois de l'en-  
35 ceinte 6 de même qu'un dispositif d'amenage 8 des particules 2, ce dispositif d'amenage pouvant être un pistolet, un distributeur centrifuge ou même un simple tube communiquant avec une réserve de particules 9 à la partie supérieure de laquelle est relié un conduit 10 branché sur une pompe 11 dont l'admission

est reliée à la partie inférieure de l'enceinte 6.

Les particules 2, amenées à l'intérieur de ladite enceinte 6, peuvent ainsi être soit projetées comme cela est représenté vers le fond sur lequel la pièce doit être fabriquée, soit maintenues dans un état fluidisé à l'intérieur de l'enceinte en inversant le sens de fonctionnement de la pompe 11. L'enceinte 6 étant close, elle peut être remplie d'un gaz neutre ou d'un fluide de traitement.

Les générateurs 7 et 7a sont montés sur des supports moteurs 12, représentés schématiquement par des axes, ces supports moteurs étant contrôlés par un dispositif de commande 13 comprenant un programmeur 14 contenant les coordonnées de chaque point de la pièce à fabriquer. De cette manière les faisceaux de rayonnement 3 et 3a font parcourir à leur point de convergence 4 toutes les parties de la pièce à réaliser, et étant donné qu'il se trouve à chaque instant des particules 2 au point de convergence ces particules sont fondues, ce qui permet la réalisation progressive de la pièce représentée au dessin en 15 sous la forme d'une embase tubulaire.

Bien que cela ne soit pas représenté, plusieurs jeux de générateurs peuvent être prévus en différents endroits des parois de l'enceinte 6, ce qui permet la fabrication de pièces de forme complexe car lesdits générateurs peuvent travailler par jeux soit simultanément, soit séparément, certains d'entre eux pouvant être arrêtés pendant que d'autres continuent de travailler.

Selon la variante représentée à la fig. 3, la matrice n'est plus constituée par une pièce plane mais par un fil 1a pouvant être tendu entre les poutres 16, 17 d'un tour 18. Dans ce cas, un dispositif de projection 8a pour les particules 2 est prévu au-dessus du fil 1a et est, par exemple, animé d'un mouvement alternatif dans la direction de la flèche  $f_1$ , c'est-à-dire d'un mouvement parallèle à celui du fil 1a qui est entraîné en rotation.

Un générateur 7b est prévu pour produire par exemple le faisceau de rayonnement 3 et ce générateur est monté pour que le point 4 auquel converge le rayonnement suive des courbes pré-établies, ce qui permet de former petit à petit une pièce 15a de révolution, mais présentant, comme le montre schématiquement

le dessin, des parties de plus ou moins grande épaisseur.

Les particules 2, qui ne sont pas fondues, peuvent être récupérées dans un bac de récupération 19 pour être ensuite retournées à un réservoir 20 d'alimentation du dispositif 8a.

5 On voit ainsi par la fig. 3 que l'invention peut être mise en oeuvre en soumettant à la fois l'élément de matrice et le générateur à des mouvements particuliers qui se combinent entre eux.)

Une application particulière de l'invention est représentée  
10 à la fig. 3 qui permet de former sur des flacons 20 des étiquettes en relief 21. Les flacons sont, par exemple, déplacés suivant la flèche  $f_2$  par un transporteur 22 et sont tout d'abord amenés devant un pistolet de projection 23 de particules 2 dont certaines adhèrent à la paroi du flacon en formant une couche mince.  
15 Les flacons sont ensuite amenés devant le générateur 7c supporté par un mécanisme moteur 12a commandé par un programmeur 14a. De cette façon, les particules, qui adhèrent légèrement à la paroi du flacon, sont fondues sur celui-ci par le faisceau 3 pour former un motif décoratif, par exemple la lettre A comme  
20 dans l'exemple représenté. Le cas échéant, les flacons sont ensuite amenés devant un ventilateur de refroidissement 24.

Si les particules 2 sont de nature telle qu'elles n'adhèrent pas spontanément à la paroi du flacon, alors le pistolet de projection 23 peut être dirigé pour converger avec le faisceau  
25 de rayonnement 3.

L'invention trouve une application tout particulièrement importante lorsqu'il y a lieu de munir des pièces fabriquées suivant un autre procédé d'accessoires, ou de garnitures particulières, qui ne pourraient pas être mis en place autrement sans  
30 de grandes difficultés.

A titre d'exemple, la fig. 5 montre une pièce 25 présentant une gorge 26 dans laquelle est formée une garniture 27 pouvant être en métal si la pièce 25 est en résine synthétique ; inversement, la pièce 27 peut aussi être en une matière synthétique  
35 d'une nature différente de celle de la pièce 25 ou en un métal ou alliage différent de cette pièce. On voit, dans le cas de la fig. 5, que la garniture 27 serait très difficile à réaliser si cette garniture devait être en une matière à point de fusion plus élevé que celle de la pièce 27, ou encore si cette garniture

n'était pas facilement travaillable, comme cela serait le cas si ladite garniture devait être en verre.

5 L'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation représentés et décrits en détail, car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

R E V E N D I C A T I O N S

1 - Procédé pour la fabrication de pièces quelconques en matière également quelconque, mais fusible, caractérisé en ce que la matière est amenée sous forme de particules fines dans  
5 un faisceau de rayonnement calorifique focalisé dans une aire de très petite étendue, pratiquement ponctuelle, faisant fondre successivement des particules qui sont ainsi agglomérées en une masse homogène les unes aux autres sous la forme d'un volume dont l'aspect dépend de mouvements conférés au point auquel  
10 le rayonnement est focalisé.

2 - Procédé, suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le rayonnement est indifféremment celui d'une source de lumière cohérente notamment un laser, celui d'un générateur d'électrons, d'un générateur de plasma ou autre générateur à  
15 partir duquel un point chaud peut être créé en un emplacement connu.

3 - Procédé, suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les particules devant être fondues sont amenées au point auquel le rayonnement ou le plasma est focalisé  
20 par projection, maintien en suspension, attraction magnétique, électrostatique et autre moyen d'attraction analogue.

4 - Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte un élément de matrice, au moins un générateur d'un rayonnement calorifique  
25 focalisé en un point, un élément distributeur de particules fines de matières amenées contre ledit élément de matrice et un ensemble de programmation pour déplacer le point auquel la source calorifique est focalisée par rapport audit élément de matrice suivant un programme pre-établi.

30 5 - Dispositif, suivant la revendication 4, caractérisé en ce que l'élément de matrice est indifféremment fixe ou mobile.

6 - Dispositif suivant l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que les particules de matière sont amenées contre l'élément de matrice par diffusion, projection et autre  
35 moyen analogue.

7 - Dispositif suivant l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que plusieurs générateurs sont disposés pour que leurs faisceaux coïncident.



8 - Dispositif suivant l'une des revendications 4 à 7, caractérise en ce que plusieurs générateurs sont prévus avec leur faisceau propre focalisé en des points de coordonnées différents de la même pièce à fabriquer.

5 9 - Dispositif suivant l'une des revendications 4 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte une enceinte close dont les parois sont traversées, d'une part, par au moins un générateur et, d'autre part, par l'élément d'aménagement des particules, ladite enceinte contenant éventuellement un fluide de protection ou de  
10 traitement.

10 - Dispositif suivant l'une des revendications 4 à 9, caractérisé en ce que chaque générateur est monté sur un support moteur dont le mouvement est asservi à un programmeur faisant parcourir au point focalisé d'énergie thermique certaines au  
15 moins des coordonnées de la pièce à fabriquer.

Fig. 1.

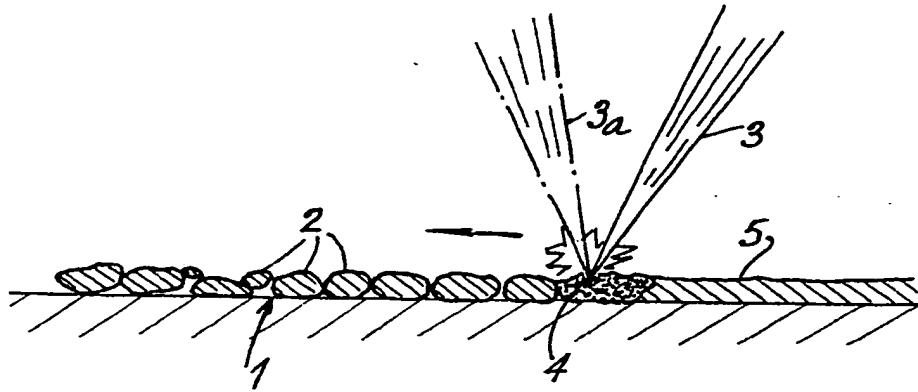


Fig. 2.

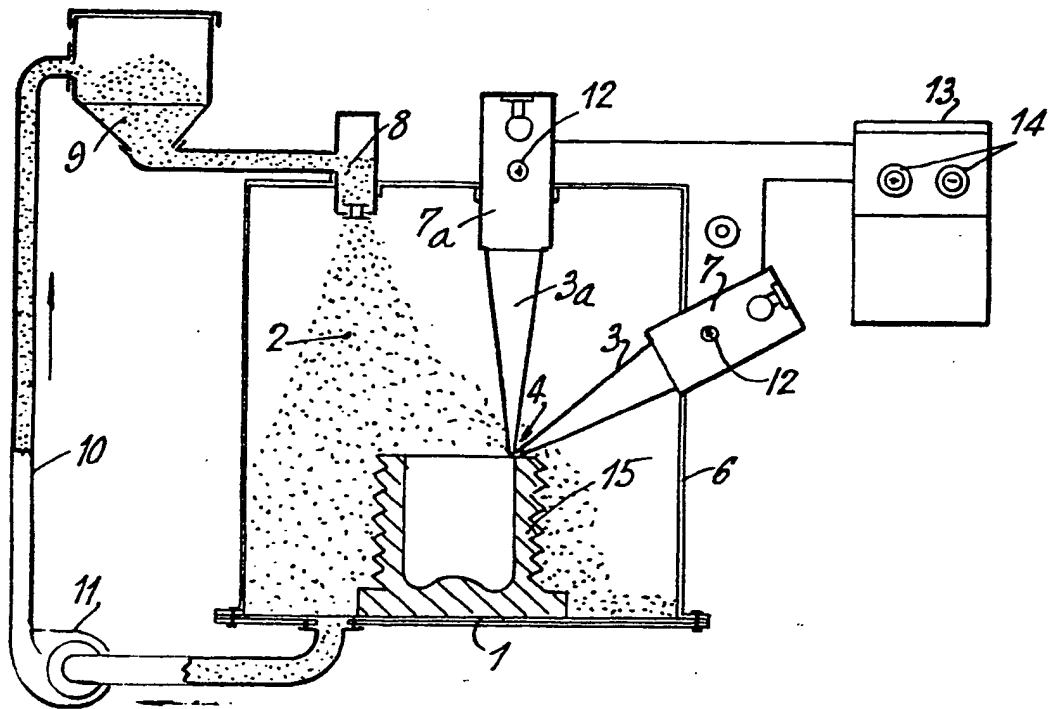


FIG. 3.

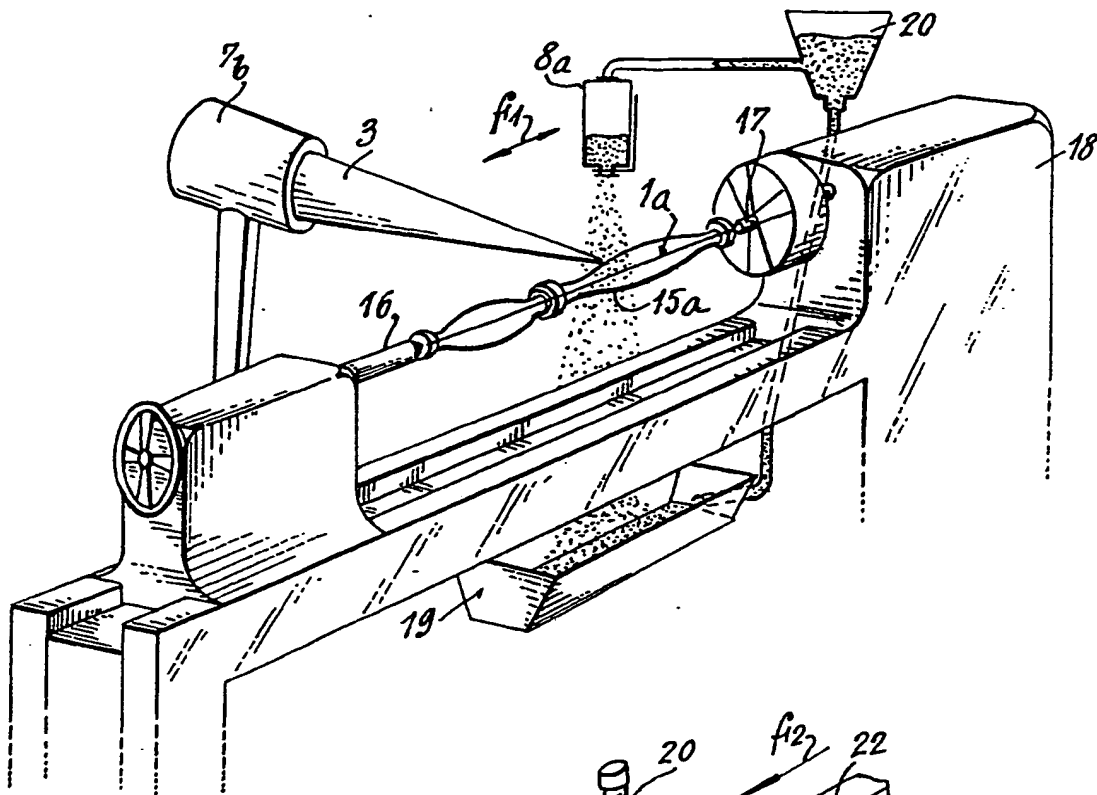


FIG. 4.

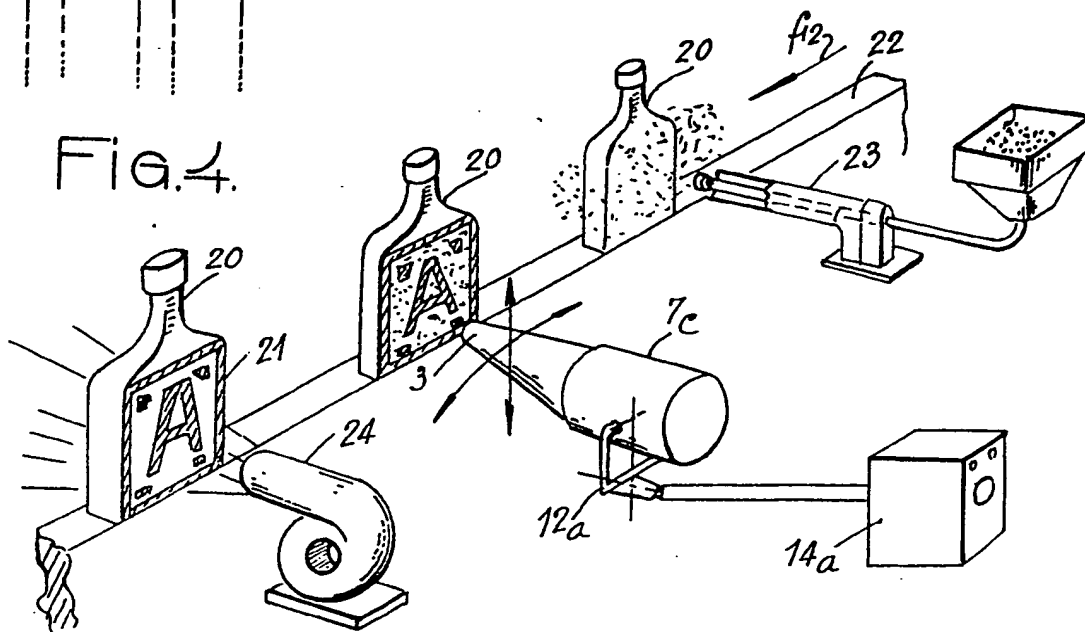
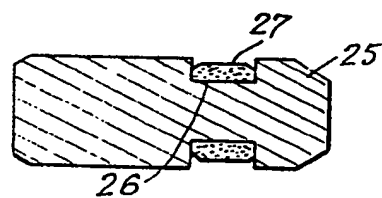


Fig.5.



Translation of relevant parts of FR 2,166,526 3

page 2, line 12 to page 3, line 7

In order to manufacture an object as a whole or a part of it, according to the method of the invention a mold element 1 is used, which may consist of a simple support. The shape of the support most often depends on the shape of the object to be manufactured, though this need not always be the case. The mold element may be a simple filament, as it will be described later with respect to Fig.3.

Particles 2 of a material that will later constitute the object to be manufactured, are brought onto the mold element 1. These particles are always very small. They can be of an arbitrary material provided it is fusible. Thus, metals and diverse alloys, thermoplastic resins, glass, etc. can be used.

A large number of different ways to bring the particles 2 onto the mold can be realized. These particles can be deposited by force of gravity. They can be magnetically attracted or attracted by an electrostatic field or, further, can be ejected by a nozzle that is arranged close to the mold and be directed to the mold. The particles 2 can even be kept in a fluidized state, i.e. in suspension in a closed box, which if necessary may contain a treatment gas or an inert gas, in particular, gases that will prevent an oxidation at the time of the fusion of the particles 2.

In order to effect a fusion of the particles 2 at least one bundle of heat rays 3 is used, which is focused in such a way that the rays converge at a spot 4 nearly coinciding with the central region of the particles at a point where they have to fuse. Such a bundle of heat rays can be obtained by coherent light from a laser, by an electron beam or also by a plasma beam.

The bundle of rays 3 as well as the mold 1 are continuously moved, whereupon the movement of the bundle 3 or the mold 1 is determined by the shape that shall be given to the object 5 to be manufactured.

page 3, line 30 to page 4, line 19

The device shown in Fig. 2 includes a completely closed box 6, the bottom of which may be removable in order to serve if necessary as mold, as it is illustrated. Generators 7, 7a of heat ray bundles 3, 3a are arranged in some of the walls of the box 6 as well as an application device 8 for the particles 2. This application device 8 may be a gun, a centrifugal distributor or also a simple pipe, which is connected to a particle reservoir 9. A conduit 10, which is connected to an upper part of the particle reservoir 9, leads to a pump 11, the suction of which is connected to the lower part of the box 6.

Thus, the particles 2, which are brought into the box 6 may be directed, as illustrated, towards the bottom on which the object shall be manufactured. Inside of the box the particles 2 may be kept in a fluidized state by inverting the effective direction of the pump 11. As the box 6 is closed it can be filled with a neutral gas or a treatment fluid.

The generators 7, 7a are mounted on drive supports 12, illustrated schematically by axes. These drive supports are controlled by a control device 13 comprising a program unit 14, which contains the coordinates of each point of the object to be produced. In this way the focal point 4 of the ray bundles 3 and 3a passes through all regions of the object to be manufactured. Provided that at each moment there are particles 2 present at the focal point, these particles are fused. This allows for a progressive creation of the object 15 shown in the figure in the shape of a tube head.

page 4, line 27 to page 5, line 8

According to the embodiment shown in Fig. 3, the mold consists no longer of a plane object, but of a filament 1a that is tensioned between the head stocks 16, 17 of a lathe 18. In this case a projection device 8a for the particles 2 is provided above the filament 1a and is, for example, set in a back and forth movement in the direction of the arrow  $f_1$ , that is a movement parallel to the filament 1a, which is set in rotation.

A generator 7b is provided to generate for example the bundle of rays 3. This generator is mounted in such a way, that the spot 4, at which the rays converge, follows predetermined curves. This allows to form an object 15a gradually by turning, which consists of regions having a large thickness and regions having a small thickness, as it is shown schematically in the drawing.

The particles 2, which have not been fused, may be recovered in a recovery trough 19 in order to be supplied afterwards to a supply reservoir 20 of the device 8a.

Thus, from Fig. 3 it can be seen that the invention may be implemented by subjecting the mold and the generator simultaneously to particular movements that act together.